

дозволить скоротити період відбору газу до 60 – 80 діб замість 151 діб та отримати довші нейтральні періоди (до 3-4 місяців).

Дослідження режимів роботи експлуатаційних свердловин Солохівського ПСГ указує, що відбір газу здійснюється кількома режимами: перший – сталі дебіти та завершальний – граничного безводного дебіту. Згідно геологічної інформації породи, що формують пласт-колектор, схильні до руйнування та винесення піску до вибою. При цьому період відбору з невисокими дебитами є найдовшим - до 3 місяців. Тому режим постійного допустимого градієнта тиску на стінці свердловини (максимально допустимий дебіт свердловини) є досить актуальним. З метою недопущення руйнування привибійної зони слід підтримувати умову

$$\left. \frac{dp}{dR} \right|_{R=r_c} = const \text{ чи } \Delta p = p_k - p_c = const.$$

Рівноважна крива гідратуутворення (PVTr Ретех) указує про утворення газогідратів лише на усті свердловини, а в зимовий період - у верхній частині стовбура свердловини. Тому застосування безгідратного режиму роботи доцільне лише у зимовий період.

**Висновки.** У процесі відбору під час перевищення допустимого градієнта тиску на стінці свердловини спостерігається руйнування привибійної зони зі значними піскопроявами. Дотримання режиму граничних безводних дебітів стане вирішенням проблеми. Підвищення продуктивності свердловин дозволить скоротити період відбору закачаного газу з 150 діб до 60-80 діб та отримати нейтральні періоди до 3-4 місяців.

*Література:*

1. Гімер, Р. Ф., Гімер, П. Р., & Деркач, М. П. (2007). Підземне зберігання газу. Частина 1: Створення підземних сховищ газу. Центр Європи.
2. Нагорний, В. П., & Глоба, В. М. (2014). Підземні сховища вуглеводнів (В. П. Нагорний, ред.). Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України.
3. Савків, Б. П. (2008). Підземне зберігання газу в Україні: наукове видання. Видавництво «Кий».
4. Федутенко, А. М. (2004). Проблеми та перспективи розвитку підземного зберігання газу в Україні. Науковий вісник Івано-Франківського НТУНГ (спецвипуск), 2(8), 9–14.
5. Мельник, П. І., & Мусієнко, В. І. (2021). Аналіз режимів експлуатації газових свердловин у підземних сховищах. Нафтогазова інженерія, 5(2), 45–52
6. Storck, P., & Hamid, M. (2020). Optimization of gas storage well performance under variable demand conditions. Journal of Petroleum Science and Engineering, 184, 106–118.

**УДК 622.279**

**АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХОРОНЕННЯ CO<sub>2</sub> В ПОРОДАХ-КОЛЕКТОРАХ**

**Педченко М.М.**, к.т.н., доцент

**Педченко Л.О.**, к.т.н., доцент

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

*pedchenkom@m.ukr.net*

**Актуальність.** Глобальна проблема зміни клімату, спричинена зростанням концентрації парникових газів у атмосфері сприяла появі технології геологічного захоронення вуглекислого газу CCS та CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage). На сьогодні CCS - основний інструмент для зменшення впливу вуглецевоємних галузей промисловості.

В Україні енергетика та промисловість базується на викопному паливі. Тому важливим завданням є аналіз придатності геологічних формацій країни для захоронення вуглекислого

газу та безпечного тривалого його зберігання. Отже, дослідження особливостей реалізації технології захоронення CO<sub>2</sub> у породах-колекторах є надзвичайно актуальним і має значний науковий, інженерний та екологічний потенціал.

**Мета дослідження** - дослідити особливості реалізації технології захоронення CO<sub>2</sub> у пластах-колекторах та оцінити перспективи її впровадження в Україні.

**Методика дослідження.** Для дослідження особливостей реалізації технології захоронення CO<sub>2</sub> використовували аналіз літератури та міжнародних CCS-проектів, порівняльний аналіз типів пластів-колекторів, моделювання фазового стану газу, статистичні та математичні методи дослідження, синтез результатів для оцінки потенціалу українських регіонів.

**Результати досліджень.** Технологія геологічного захоронення CO<sub>2</sub> включає три ключові етапи, найважливішим серед яких є захоронення та зберігання в підземних геологічних формаціях. Ефективність усієї технологічної системи значною мірою залежить від характеристик обраного колектора.

Найпоширенішими колекторами для захоронення CO<sub>2</sub> є пісковики з високою пористістю та проникністю, карбонатні колектори для мінерального утримання CO<sub>2</sub>, виснажені нафтові та газові родовища (найбільш вивчені та структурно стабільні), соляні водонасичені горизонти (значні площі і придатні для довготривалого зберігання). Світовий досвід реалізації проектів CCS у Норвегії (Sleipner), Канаді (Boundary Dam), США (Illinois Industrial) свідчить про технологічну їх надійність та екологічну безпечність за умови правильного геологічного вибору.

Оцінюючи потенціал сховищ для впровадження технологій геологічного зберігання CO<sub>2</sub> в Україні, можна сформулювати головні висновки:

- наявність значної кількості виснажених газо- та нафтових родовищ, а також підземних газосховищ, що можуть бути перепрофільовані під CO<sub>2</sub>;
- геологічні формації відповідних глибин (понад ~1,5–2 км) та з відповідним тиском/температурою для надкритичного стану CO<sub>2</sub>;
- вже діюча інфраструктура свердловин, трубопроводів, ПСГ — що знижує капітальні витрати на старт проекту.

**Дніпровсько-Донецька западина** - найсприятливіша для реалізації технологій захоронення CO<sub>2</sub>. Посадження розвиненої інфраструктури, достатньої глибини колекторів і стабільної геологічної будови робить її ключовим регіоном для першочергового впровадження проектів CCS в Україні.

**Причорноморський регіон** має значний потенціал у виснажених родовищах шельфу та складну тектоніку. Використання морської інфраструктури може забезпечити зберігання великих обсягів CO<sub>2</sub>, відведеного від прибережних енергетичних та промислових об'єктів.

**Карпатський басейн** – найменш перспективний через складну тектонічну будову, проте наявність підземних газових сховищ і досвіду їх експлуатації створює можливості для регіональних проектів CCS/CCUS.

На основі аналізу геологічних і інфраструктурних передумов можна виділити кілька можливих сценаріїв впровадження геологічного зберігання CO<sub>2</sub> в Україні:

- адаптація існуючих підземних газосховищ для захоронення CO<sub>2</sub>;
- використання виснажених нафтових/газових родовищ;
- розміщення в соляних водонасичених горизонтах;
- захоронення CO<sub>2</sub> у глибоких морських структурах, що містять газогідратні поклади, шляхом заміщення метану.

**Висновки.** На основі досліджень встановлено можливості впровадження проектів CCS в Україні. ДДЗ має найбільшу прогнозовану місткість (5–10 млрд т CO<sub>2</sub>) та найвищу стабільність. Причорноморський регіон - прогнозна місткість до 1–2 млрд т CO<sub>2</sub>, потребує оцінки тектонічних ризиків. Карпатський басейн — обмежений потенціал через складну тектоніку й глибоку тріщинуватість.

Література:

1. Bachu, S. (2008). *Sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media: Criteria and approach for site selection*. *Energy Conversion and Management*, 49(9), 2678–2684. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.01.006>
2. Benson, S. M., & Cole, D. R. (2008). *CO<sub>2</sub> sequestration in deep sedimentary formations*. *Elements*, 4(5), 325–331. <https://doi.org/10.2113/gselements.4.5.325>
3. Global CCS Institute. (2023). *Global status of CCS 2023*. <https://www.globalccsinstitute.com>
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2005). *IPCC special report on carbon capture and storage*. Cambridge University Press.
5. International Energy Agency. (2022). *Carbon capture, utilisation and storage*. IEA Publications. <https://www.iea.org>
6. Чміль, В. Г., & Кривошеїн, В. Г. (2019). Геологічні аспекти підземного зберігання вуглекислого газу в Україні. *Геологічний журнал*, 3, 45–56.
7. Шаранов, О. М. (2014). *Колектори нафти й газу: Геологічні основи*. Київ: Наукова думка.

**УДК 624.012.2**

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ЦЕГЛЯНОЇ  
КЛАДКИ ПРИ СТИСКОВІ**

**Пенц М.В.**, аспірантка

**Пенц В.Ф.**, к.т.н., доцент

**Довженко О.О.**, к.т.н., професор

**Білокінь М.Ю.**, студент

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

[mpents12@gmail.com](mailto:mpents12@gmail.com)

З метою надання рекомендацій щодо розмірів еталонних зразків для експериментального визначення міцності цегляної кладки на стиск в лабораторії кафедри будівельних конструкцій була виготовлена серія дослідних зразків для випробування на осьовий стиск, вона включала: три стовпи із розмірами поперечного перерізу 510×510, 380×380, 250×250 мм, висотою 1 м; 3 пари призм товщиною в пів цеглини та висотою в три, п'ять і сім цеглин стандартного розміру, а також фрагмент стіни товщиною в пів цеглини та розмірами 900×440 мм. В процесі навантаження відбувалося вивчення деформованого стану кладки за допомогою індикаторів годинникового типу із ціною поділки 0,01 мм, при цьому база вимірювання складала 400 мм. Міцність цегли та розчину встановлювалася за стандартною нормативною методикою та становила:  $f_b = 11,3$  МПа,  $f_m = 8,56$  МПа.

Характер руйнування стовпів перерізом 250×250 мм представлений на рис. 1, а – в. Спостерігаємо вертикальні тріщини за висотою стовпа в поєднанні із нахиленими біля навантаженої й опорної площин, а також розкришування цегли в нижній частині зразка. На одній із бокових граней стовпа із перерізом 510×510 мм нахилена площина руйнування розповсюджується як за цеглою, так і за розчином між верхнім правим і нижнім лівим кутом грані. На іншій грані спостерігаємо дві піраміди, з'єднані вершинами в середній за висотою частині стовпа у поєднанні із відокремленням бокових масивів. Присутні також вертикальні тріщини.